

II-34 直線開水路流の大規模流体塊の空間構造

日本大学工学部 学生員 ○ 松村 憲 佳

日本大学工学部 正 員 長林 久 夫

日本大学工学部 正 員 木村 喜代治

1. はじめに

本研究では、開水路外層に存在する二次流について可視化手法により検討してきた^{1), 2)}。本報告は相互相関解析により大規模流体塊の上昇・下降流の空間構造の検討を行った。

2. 実験および解析方法

実験は幅40cm、長さ15mの滑面長方形開水路にて行った。この水路は水深約5cm、B/H比が8の流れを対象としている。測定水量は、平均流速 $u=14.3\text{cm/sec}$ 、レイノルズ数 $Re=6900$ 、フルード数 $Fr=0.21$ 、摩擦速度 $u^*=0.82\text{cm/sec}$ である。測定は、 $y=2, 3, 4\text{cm}$ の水平断面を0.35secの時間間隔で連続可視化しそのパスラインを撮影した。解析は、パスラインをデジタイザーに入力し、補間法により1cm毎の格子点流速データを計算した。そして、主流流速、横断流速、二次元発散、平面渦度を各断面毎に求めた^{3), 4)}。主流流速については相互相関解析を行い大規模流体塊の上昇・下降流の発生位置の検討した。

2. 上昇・下降流の空間構造の検討

図-1は上昇・下降流の横断方向における発生頻度を全データの割合で示したものである。上昇・下降流とも従来言われている二次流のピーク位置と同様にピークが認められる。しかし上昇流は下降流のピーク位置にもピークが認められ、同様に下降流は上昇流のピーク位置にもピークが認められる。これは二次流に起因した上昇・下降流であると考えられる。また上下断面の上昇・下降流の発生ピーク位置の変化は下降流では下断面に向かうに従いピーク位置の個数は少なくなり、上昇流では上断面に向かうに従いピーク位置の個数は少なくなる。上昇流については従来の流れの階層性を良く表現していることが分かる。

図-2は、 $Y=2$ と3cm水平断面(3cm断面)および $Y=3$ と4cm水平断面(4cm断面)の移動相互相関係数の $R_{yij} \geq 0.7$ の領域を空間的に表示したものである。点領域は相関開始位置より下流側で相関が高く、上昇流に対応する。また黒色領域は上流側にて相関が高く、下降流に相当する。それぞれの断面において上昇・下降

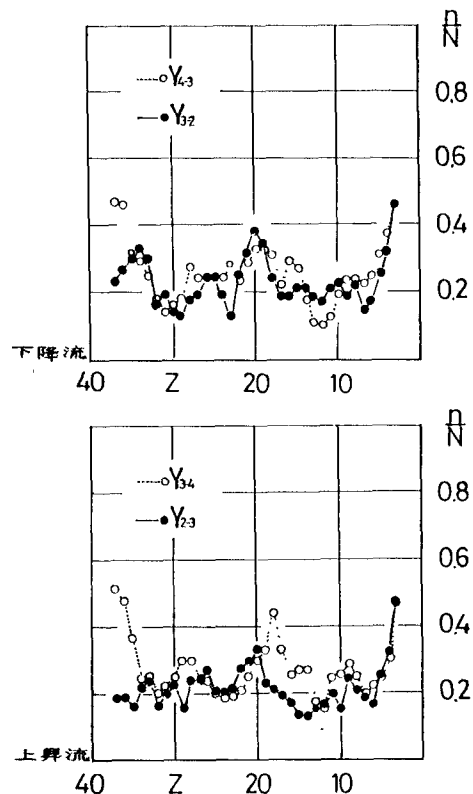


図-1 上昇・下降流の発生頻度分布

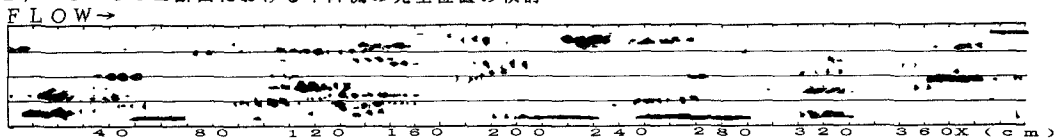
流を重ね合わせる。上昇・下降流は流下方向にほぼ同じ位置に発生しており下降流はより下流側に上昇流はより上流側に発生している。 $Y=3, 4\text{cm}$ 断面の上昇流を重ね合わせる。壁面側では壁面に向かう流れの存在が認められた。 $Y=3, 4\text{cm}$ 断面の下降流を重ね合わせる。壁面側では壁面から水路中央に向かう流れの存在が認められた。以上のことから壁面側では、壁面に向かう上昇流と水路中央に向かう下降流からスパイラル

な構造が考えられる。また、配列は上昇下降流とも水路中央部で多く発生している時は壁面側($Z=10, 30\text{cm}$ 付近)では発生せず、壁面側に多い発生している時は水路中央部では見られなく、千鳥配列状に発生していることがわかった。そして、千鳥配列の発生周期は上昇・下降流では約 20cm ずれている。

(1) $Y=3\text{cm}$ 断面における上昇流の発生位置の検討



(2) $Y=3\text{cm}$ 断面における下降流の発生位置の検討



(3) $Y=4\text{cm}$ 断面における上昇流の発生位置の検討



(4) $Y=4\text{cm}$ 断面における下降流の発生位置の検討

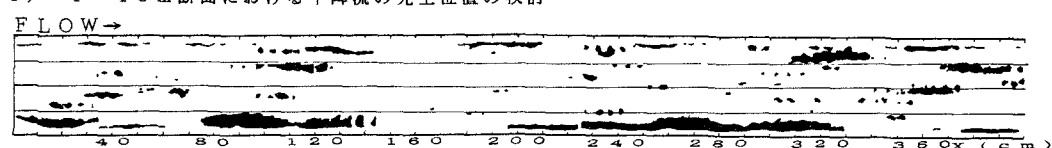


図-2 $Y=3, 4\text{cm}$ 断面における上昇・下降流の発生位置の検討

3. おわりに

長方形開水路において、 $B/H=8$ の流れにフラットライトとトレーサーによる断面連続可視化手法を用いて複数断面での相関法により空間構造の検討を行い。以下の結果を得た。①上昇・下降流の発生頻度分布から、上昇・下降流とも従来言われている二次流のピーク位置と同様にピークが認められた。しかし上昇流は下降流のピーク位置にもピークが認められ、同様に下降流は上昇流のピーク位置にもピークが認められる。これは二次流に起因した上昇・下降流であると考えられる。②上下断面の上昇・下降流の発生ピーク位置の変化は、上昇流では上断面に向かうに従いピーク位置の個数は少なくなり従来の流れの階層性を良く表現していることが分かる。③上昇・下降流の発生位置の検討から、側壁側では壁面に向かう上昇流と水路中央に向かう下降流からスパイラルな構造が考えられた。④発生位置の配列は、水路中央部では千鳥配列状に発生している。そして、千鳥配列の発生周期は上昇・下降流では約 20cm ずれていた。今後、横断流速、二次元発散、平面渦度などの相互相関や二次流効果をより明確に抽出することにより3次元空間構造の検討を行いたい。

〔参考文献〕

- (1)長林・木村:トレーサ法による長方形水路乱流構造の可視化,流れの可視化,VOL.8,N030,1988
- (2)長林・木村・松村等:土木学会全国大会 昭和59,60,61年,平成元年
- (3)松村・長林・木村 :東北支部大会 平成2年
- (4)松村・長林・木村 :土木学会全国大会 平成2年